

10 / 500295  
PCT/JP03/11178

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

29 JUN 2004  
01.09.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 3月26日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-084663  
[ST. 10/C]: [JP2003-084663]

出 願 人  
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

REC'D 17 OCT 2003

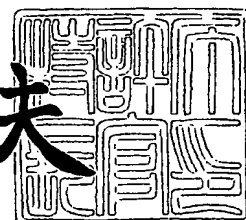
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3081649

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0097837

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 27/18  
H04N 61/00  
H04N 5/74

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 竹澤 武士

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085198

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 久夫

【電話番号】 03(3580)1936

【選任した代理人】

【識別番号】 100061273

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 宗治

【選任した代理人】

【識別番号】 100060737

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 三朗

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100070563

【弁理士】

【氏名又は名称】 大村 昇

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-253509

【出願日】 平成14年 8月30日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044956

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004633

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 照明装置、プロジェクタ、並びに照明装置の組み立て方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極間で発光が行われる発光部及び該発光部の両側に位置する封止部を有した発光管と、該発光管を含む照明光学系の発光部より後側に配置された第一反射鏡と、前記光学系の発光部より前側に配置された第二反射鏡とを備えた照明装置であって、

前記発光部から前記光学系の後側に出射される利用可能限界光に対応する前記第一反射鏡反射面での直径  $D_1$  が、前記第二反射鏡の外径  $d_1$  よりも大きく、かつ、前記第二反射鏡の外径  $d_1$  は、前記利用可能限界光の前記第一反射鏡により反射された光の内側に入る大きさに設定され、

前記第二反射鏡は、その反射面が前記発光部の前側ほぼ半分を包囲し、かつ、前記発光部中心から出射されて該第二反射鏡に入る入射光と該第二反射鏡の法線とが一致するように配置されていることを特徴とする照明装置。

【請求項 2】 前記電極の先端間距離を  $L_e$ 、前記電極先端間の中心  $F_1$  から前記第二反射鏡端面までの光軸上の距離を  $L_r$ 、前記第二反射鏡の外径を  $d_1$ 、前記第一反射鏡の反射面外径を  $D_2$ 、前記電極先端のうち前記第一反射鏡側の電極先端から前記第二反射鏡で遮られずに射出される光の光軸から右回りの角度を  $\theta_d$  として、 $\theta_d$  を式 1 で近似するとき、前記第一反射鏡の反射面外径  $D_2$  が、 $\theta_d$  から  $\theta_d + 10$  度までの光線を反射する範囲にあることを特徴とする請求項 1 記載の照明装置。

$$\theta_d = 90 \text{度} + \tan^{-1} \{ (L_e / 2 + L_r) / (d_1 / 2) \} \cdots \text{式 1}$$

【請求項 3】 前記利用可能限界光は、前記発光管自体の構造によって定まる限界光であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の照明装置。

【請求項 4】 前記第二反射鏡は前記発光部の外周に対して隙間を有して配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 5】 前記第二反射鏡の反射面は、紫外線及び赤外線を通す誘電体多層膜により成形されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 6】 前記第二反射鏡の反射面が、前記封止部の外径より大きな内径を有する管の端面研磨又はプレス成形により形成されてなることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 7】 前記第二反射鏡の背面は、その反射面側から入射した光を透過させる態様に成形されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 8】 前記第二反射鏡の背面は、その反射面側から入射した光を拡散反射させる態様に成形されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 9】 前記第二反射鏡が、石英、透光性アルミナ、水晶、サファイア、YAG、蛍石のいずれかからなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 10】 前記発光部の外周面に反射防止コートを施してなることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 11】 前記第二反射鏡が、前記発光部の近傍において前記封止部の表面に接着剤により固着されていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 12】 前記接着剤がシリカ・アルミナ混合物又は窒化アルミを含む無機系接着剤であることを特徴とする請求項 11 記載の照明装置。

【請求項 13】 前記第二反射鏡が、前記封止部の外周に該外周面に対して隙間を有して巻線されたバネにより前記発光管の発光部近傍に押圧固定されていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 14】 前記バネを導電性巻線により構成し、該導電性巻線の一端を前記バネが配置されている側と反対側の封止部から出るリード線に接続したことを特徴とする請求項 13 記載の照明装置。

【請求項 15】 照明装置と、該照明装置からの光が入射され与えられた画像情報に応じて該入射光を変調する光変調装置を備えたプロジェクタにおいて、前記照明装置として前記各請求項のいずれかに記載された照明装置を備えたことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項 16】 電極間で発光が行われる発光部及び該発光部の両側に位置する封止部を有した発光管と、該発光管を含む照明光学系の発光部より後側に配置された主反射鏡として作用する第一反射鏡と、前記光学系の発光部より前側に配置された補助反射鏡として作用する第二反射鏡とを備えた照明装置の組み立て方法であって、

前記発光管の電極又は電極間アークの実像と前記第二反射鏡によるそれらの反射像とを重ねるように前記第二反射鏡の位置を調整して、前記発光管と前記第二反射鏡とを固定するステップと、

前記第二反射鏡が固定された前記発光管の電極間中心に前記第一反射鏡の第一焦点をほぼ一致させて前記第一反射鏡と前記発光管とを配置し、前記第一反射鏡の所定位置における明るさが最大となるように前記発光管の位置を調整して、前記発光管と前記第一反射鏡とを固定するステップと、  
を備えたことを特徴とする照明装置の組み立て方法。

【請求項 17】 前記実像と前記反射像とを、少なくとも 2 方向からカメラによる撮像画像を利用して検出し、それぞれの方向で前記実像と前記反射像とを重ねるように前記第二反射鏡の位置を調整して、前記発光管と前記第二反射鏡とを固定することを特徴とする請求項 16 記載の照明装置の組み立て方法。

【請求項 18】 前記第一反射鏡の第 2 焦点付近における明るさが最大となるように、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  の 3 軸方向にそれぞれ前記発光管の位置を調整して、前記発光管と前記第一反射鏡とを固定することを特徴とする請求項 16 又は 17 記載の照明装置の組み立て方法。

【請求項 19】 照明装置をそれが使用される光学系と同じ構成の光学系に組み込み、照明対象物が来る位置における明るさが最大となるように、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  の 3 軸方向にそれぞれ前記発光管の位置を調整して、前記発光管と前記第一反射鏡とを固定することを特徴とする請求項 16 又は 17 記載の照明装置の組み立て方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光管及び該発光管からの出射光を反射する反射鏡を有する照明装置、並びにその照明装置を備えたプロジェクタに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

照明装置として、発光管と反射鏡とからなる照明装置が広く用いられている。そのような照明装置において、発光管から放出されても迷光となって使用に供されていなかった光を有効に利用するために、従来は、発光管に反射膜を成膜することが行われている（例えば、特許文献1参照。）。また、発光管を挟んで反射鏡と対向するように第2の反射鏡を備えることも行われている（例えば、特許文献2参照。）。

#### 【0003】

##### 【特許文献1】

実開平5-87806号公報（第7ページ、第1図）

##### 【特許文献2】

特開平8-31382号公報（第2ページ、第1図）

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、発光管の前面に反射膜を成膜する方法は、電極間の位置が発光管外面に取り付けた反射膜に対してばらつきを持つため、所望の反射特性が得られない場合や、反射特性が発光管の形状に依存するため所望の反射特性が得られない場合がある。従って、発光管の前面に反射膜を成膜する方法の場合、発光管によっては効果的な光の有効利用が図れないこともある。また、反射膜の代わりに、元々配置されている第1反射鏡に対向させて第2反射鏡を別途備える構成としても、光利用率をより向上させるためには、発光管と第1反射鏡とに関連させて、第2反射鏡の配置や態様をより具体的に特定する必要がある。

#### 【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、発光管と第1反射鏡に対して第2反射鏡の配置及び態様をより具体的に特定して、通常は迷光となってしまうような発光管からの出射光の大部分を利用できるようにする照明装置、並びにその

照明装置を利用したプロジェクタを提供することを目的とする。さらに、そのような照明装置の組み立て方法を提供することも目的とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の照明装置は、電極間で発光が行われる発光部及び該発光部の両側に位置する封止部を有した発光管と、該発光管を含む照明光学系の発光部より後側に配置された第一反射鏡と、前記光学系の発光部より前側に配置された第二反射鏡とを備えた照明装置であって、前記発光部から前記光学系の後側に出射される利用可能限界光に対応する前記第一反射鏡反射面での直径 $D_1$ が、前記第二反射鏡の外径 $d_1$ よりも大きく、かつ、前記第二反射鏡の外径 $d_1$ は、前記利用可能限界光の前記第一反射鏡により反射された光の内側に入る大きさに設定され、前記第二反射鏡は、その反射面が前記発光部の前側ほぼ半分を包囲し、かつ、前記発光部中心から出射されて該第二反射鏡に入る入射光と該第二反射鏡の法線とが一致するように配置されていることを特徴とする。これにより、通常は迷光となってしまうような発光管からの光のほとんどを第一反射鏡に戻して利用に供させることが可能となる。また、発光部から照明光学系の後側に出射される光のうち、利用可能範囲内にある光については、第一反射鏡で反射された後、第二反射鏡によって遮断されるのを回避できる。これに加えて次のような効果も得られる。同じ光量を得るに際して第一反射鏡を小さくできる。また、第一反射鏡による集光点径を小さくすることも可能となるため、引き続く光学系に光が入射し易くなり、この点からも光利用効率を向上させることができる。さらに、この構成によると、発光管を第一反射鏡から突出した状態にできるため、照明装置を通過する冷却空気を直接発光管に当てて、そのクーリング性を向上させることもできる。

なお、前記利用可能限界光は、前記発光管自体の構造によって定まる限界光とすることができる。この場合には、発光部から照明光学系の後側に出射される光のほぼ全てが利用できることになる。

#### 【0007】

上記の場合において、前記電極の先端間距離を $L_e$ 、前記電極先端間の中心 $F_1$ から前記第二反射鏡端面までの光軸上の距離を $L_r$ 、前記第二反射鏡の外径を



d1、前記第一反射鏡の反射面外径をD2、前記電極先端のうち前記第一反射鏡側の電極先端から前記第二反射鏡で遮られずに射出される光の光軸から右回りの角度を $\theta d$ として、 $\theta d$ を、

$$\theta d = 90 \text{度} + \tan^{-1} \{ (L_e / 2 + L_r) / (d1 / 2) \}$$

として近似するとき、前記第一反射鏡の反射面外径D2が、 $\theta d$ から $\theta d + 10$ 度までの光線を反射する範囲にあることを特徴とする。第一反射鏡の反射面外径をこのようにすることで、第二反射鏡で反射されずに前方に出射した光も利用可能となる。

#### 【0008】

また、前記第二反射鏡は前記発光部の外周に対して隙間を有して配置されていることを特徴とする。これによれば、隙間部分により冷却が確保されるため第二反射鏡で覆われた発光部の局所的な温度上昇を抑制することが可能となる。

また、前記第二反射鏡の反射面は、紫外線及び赤外線を通す誘電体多層膜により成形されていることを特徴とする。これにより、第二反射鏡は実際の照明に利用される可視光を効率よく反射できる。

また、前記第二反射鏡の反射面を、前記封止部の外径より大きな内径を有する管の端面研磨又はプレス成形により形成することで、反射面の加工の複雑な手間を低減できる。

#### 【0009】

なお、前記第二反射鏡の背面は、その反射面側から入射した光を透過させる態様、あるいは、その反射面側から入射した光を拡散反射させる態様に成形して、第二反射鏡に光が吸収されないようにするのがよい。

さらに、前記第二反射鏡を、石英、透光性アルミナ、水晶、サファイア、YAG、蛍石のいずれかから製作することを特徴とする。これらによれば、熱伝導性が良好なため温度分布を均一化でき、あるいは低熱膨張ゆえに耐熱性に優れ、しかも赤外線及び紫外線の透過性に優れた第二反射鏡を得ることができる。

#### 【0010】

また、前記発光部の外周面に反射防止コートを施すことを特徴とする。これにより、第二反射鏡を経由する光の発光部での反射による光損出を低減できる。

また、前記第二反射鏡が、前記発光部の近傍において前記封止部の表面に接着剤により固着されていることを特徴とする。これにより、発光部からの射出され第一反射鏡から反射されて来る光や発光部から射出され第二反射鏡を透過して来る光などの遮断を出来るだけ少なくして、第二反射鏡を発光管に固定することが可能となる。

また、前記接着剤をシリカ・アルミナ混合物又は窒化アルミを含む無機系接着剤とすると、それらの熱伝導率が良好なため、第二反射鏡や発光管の温度の不均一分布を抑制することが可能となる。

#### 【0011】

また、前記第二反射鏡が、前記封止部の外周に該外周面に対して隙間を有して巻線されたバネにより前記発光管の発光部近傍に押圧固定されていることを特徴とする。これによれば、発光管が熱により膨張しても上記隙間によりその熱的変形を吸収できる。

なお、前記バネを導電性巻線から構成し、該バネが配置されている側と反対側の封止部から出るリード線に接続すると、前記バネを点灯性を向上させる絶縁破壊のためのトリガ線として利用することができる。

#### 【0012】

本発明のプロジェクタは、照明装置からの光が入射され与えられた画像情報に応じて該入射光を変調する光変調装置を備えたプロジェクタにおいて、前記照明装置として上記のいずれかに記載された照明装置を備えたことを特徴とする。これにより、小型で高輝度のプロジェクタが得られることになる。

#### 【0013】

本発明の照明装置の組み立て方法は、電極間で発光が行われる発光部及び該発光部の両側に位置する封止部を有した発光管と、該発光管を含む照明光学系の発光部より後側に配置された主反射鏡として作用する第一反射鏡と、前記光学系の発光部より前側に配置された補助反射鏡として作用する第二反射鏡とを備えた照明装置の組み立て方法であって、前記発光管の電極又は電極間アークの実像と前記第二反射鏡によるそれらの反射像とを重ねるように前記第二反射鏡の位置を調整して、前記発光管と前記第二反射鏡とを固定するステップと、前記第二反射鏡

が固定された前記発光管の電極間中心に前記第一反射鏡の第一焦点をほぼ一致させて前記第一反射鏡と前記発光管とを配置し、前記第一反射鏡の所定位置における明るさが最大となるように前記発光管の位置を調整して、前記発光管と前記第一反射鏡とを固定するステップと、を備えたことを特徴とする。

また、上記において、前記実像と前記反射像とを、少なくとも2方向からカメラによる撮像画像を利用して検出し、それぞれの方向で前記実像と前記反射像とを重ねるように前記第二反射鏡の位置を調整して、前記発光管と前記第二反射鏡とを固定することを特徴とする。

また、上記において、前記第一反射鏡の第2焦点付近における明るさが最大となるように、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ の3軸方向にそれぞれ前記発光管の位置を調整して、前記発光管と前記第一反射鏡とを固定することを特徴とする。

さらに、上記において、照明装置をそれが使用される光学系と同じ構成の光学系に組み込み、照明対象物が来る位置における明るさが最大となるように、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ の3軸方向にそれぞれ前記発光管の位置を調整して、前記発光管と前記第一反射鏡とを固定することを特徴とする。

これらにより、第二反射鏡を配した照明装置の光利用率をより向上させることができる。

#### 【0014】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図を参照しながら説明する。なお、各図中、同じ符号は同一物または相当物を示しているものとする。

#### 実施形態1

図1は本発明の実施形態1に係る照明装置100の構成図、図2は図1の装置100の作用説明図である。この照明装置100は、発光管10と、照明光学系の主反射鏡である第一反射鏡20と、照明光学系の補助反射鏡である第二反射鏡30とを備える。発光管10は、石英ガラス等からなり、内部にタングステンの電極12、12と、水銀、希ガス及び少量のハロゲンが封入された中央の発光部11と、発光部11の両側の封止部13、13からなる。各封止部13には、電極12と接続されたモリブデンからなる金属箔14が密封され、各金属箔14、

14には外部につなげられるリード線15, 15がそれぞれ設けられている。これらのリード線15, 15の接続先は従来からの構成と同じでよく、例えば、図示していない照明装置固定具等に設けられた外部との接続端子に接続される。

#### 【0015】

第一反射鏡20の反射面は楕円面形状としており、F1, F2は楕円の第1焦点と第2焦点を示し、f1, f2は第一反射鏡20の端部から第1焦点F1と第2焦点F2までの距離を表している。なお、第一反射鏡20の反射面は放物面形状など他の形状にしてもよい。第一反射鏡20は、発光管10を含むこの照明光学系において、発光管10の後側に配置されている反射素子で、その端部中心部に、発光管10を固定するための貫通穴21を備えている。発光管10は、この第一反射鏡20の貫通穴21に、発光管10の軸と第一反射鏡20の軸とを一致させて、セメントなどの無機系接着剤22により固着されている。なお、発光管10の発光部11中心（電極12, 12間の中心）は、第一反射鏡20が楕円面形状の場合、その第1焦点（F1）に一致又はその近傍に位置させ、第一反射鏡20が放物面の場合には、その焦点Fに一致又はその近傍に位置させている。すなわち、発光部11の中心が、第一反射鏡20の焦点F1又はF付近に、或いは焦点F1又はFの位置にほぼ一致して、配置されている。

#### 【0016】

第二反射鏡30は、発光管10を含むこの照明光学系において、発光管10の前側に配置されている反射素子で、その反射面が発光部11の前側ほぼ半分を包囲し、かつ、発光部11の中心から射出されてこの第二反射鏡30に入る入射光と該第二反射鏡30の反射面における法線とが一致するように配置されているものである。ここで、第二反射鏡30は、接着剤31により封止部13に固定されている。発光部11の構造（電極12間の位置、発光部11の各部の形状など）は、製造バラツキなどにより発光管10毎にそれぞれ異なるため、第二反射鏡30の反射面形状は、発光部11との関係に応じて、発光管10毎にそれぞれ定めるのが好ましい。

#### 【0017】

上記のように第二反射鏡30の反射面が発光部11の前側ほぼ半分を包囲し、

かつ、発光部 11 の中心が第一反射鏡 20 の第 1 焦点  $F_1$  の位置とほぼ同位置にあることから、第一反射鏡 20 の反射面は発光部 11 の後側ほぼ半分をカバーする大きさでよい。従って、この第一反射鏡 20 の反射面開口端部は、第 1 焦点  $F_1$  にほぼ対応する位置に来るように作られている。これにより、第一反射鏡 20 は従来のものに比べてかなり小さくなっている。また、これによって発光管 10 の多くの部分が、第一反射鏡 20 の反射面開口端部より外側に突出している。

#### 【0018】

図 3 は楕円の第 1 焦点距離  $f_1$  及び第 2 焦点距離  $f_2$  とが等しい第一反射鏡 20 に対して、第二反射鏡 30 を用いない場合 (a) と第二反射鏡 30 を用いた場合 (b) とにおける、第一反射鏡 20 の反射面外径の比較説明図である。図示するように、第一反射鏡 20 の反射面外径は、第二反射鏡 30 を用いた場合には、第二反射鏡 30 を用いない場合より小さくなっているが ( $D_4 < D_3$ )、 $f_2 / f_1$  の倍率関係は変わらないので、これらの場合の集光スポット径は同一となつて、光学系の効率の変化はない。

#### 【0019】

また、発光部 11 の外周面と第二反射鏡 30 との反射面との間には、光源像と反射像の位置関係ができる程度の間隔、すなわち 0.2 mm 以上の隙間 A を設けるのがよい。これにより、第二反射鏡 30 で覆われている側の発光部 11 及び発光管 10 の放熱が確保され、発光管 10 の局所的な温度上昇を抑制することができる。従って、温度上昇に起因する電極 12 の消耗、発光部 11 を含む発光管 10 の白濁や膨張を抑制できる。なお、第二反射鏡 30 の背面は、その反射面側から入射した光（赤外線、紫外線、反射面側から漏れてきた可視光など）を透過させるように、あるいは、その反射面側から入射した光を拡散反射させるような反射膜や形状を備えるように成形して、第二反射鏡 30 ができるだけ光を吸収しないようにしておく。

#### 【0020】

さらに、発光部 11 からこの照明光学系の後側に出射する利用可能限界光  $L_1$ 、 $L_2$  に対応する第一反射鏡 20 の反射面での直径  $D_1$  が、第二反射鏡 30 の外径  $d_1$  よりも大きくなるように、かつ、第二反射鏡 30 の外径  $d_1$  が、利用可能

限界光 $L_1$ 、 $L_2$ の第一反射鏡20により反射された光の内側に入る大きさとなるように、第二反射鏡30の外径 $d_1$ が設定される。こうすることで、発光部11から照明光学系の後側に出射される光のうち、利用可能範囲内にある光については、第一反射鏡20で反射された後、第二反射鏡30によって遮断されることなく進むことができる。

#### 【0021】

ところで、利用可能限界光 $L_1$ 、 $L_2$ とは、発光部11からこの照明光学系の後側に出射される光のうち、照明光として実際に利用できる範囲の内側境界に対応する光をいい、発光管10自体の構造によって定まる場合と、第一反射鏡20自体の構造によって定まる場合とがある。発光管10自体の構造によって定まる利用可能限界光とは、発光部11の後方の封止部13等の影響により光が当然に遮断される内側範囲との境界光である。また、第一反射鏡20自体の構造によって定まる利用可能限界光とは、発光部11からこの照明光学系の後側に出射される光が、第一反射鏡20の中空部の存在等により利用し得なくなる場合の内側範囲との境界光である。なお、上記利用可能限界光を、発光管10自体の構造によって定まる限界光とした場合、本実施形態によれば、発光部11から照明光学系の後側に出射される光のほぼ全てが利用できることになる。

#### 【0022】

なお、第二反射鏡30の外径 $d_1$ が大きくなると、第一反射鏡20により反射された後に、前方に進行する光の遮断が多くなるため光の利用率が低下する。従って、光の利用率低下を回避するために、第二反射鏡30の外径 $d_1$ はできるだけ小さくするべきである。さらに、第二反射鏡30は、約900～1000℃度の高温に晒されることになるため、低熱膨張性、あるいは熱伝導性に優れた材料で製造されることが必要となる。このため、第二反射鏡30は、例えば、低熱膨張材である石英又はネオセラムや、高熱伝導材である透光性アルミナ、サファイア、水晶、蛍石、YAG等を利用して製作される。透光性アルミナとしては、例えば、商品「スミコランダム」（スミコランダムは住友化学工業の登録商標）が利用できる。

#### 【0023】

第二反射鏡 30 の反射面は、照明に利用される可視光のみを反射させ、照明に不要な紫外線及び赤外線は通過させることができれば、第二反射鏡 30 に生じる発熱を少なくできる。そのため、ここでは可視光のみを反射させ、紫外線及び赤外線を通過させる誘電体多層膜を、第二反射鏡 30 の反射面に積層している。この誘電体多層膜も耐熱性が必要とされ、例えば、タンタル化合物と  $\text{SiO}_2$  の交互積層、又はハフニウム化合物と  $\text{SiO}_2$  の交互積層等から構成できる。以上の各要素を加味すると、低熱膨張性を有し、あるいは熱伝導性に優れ、しかも紫外線及び赤外線を透過しやすい材料として、石英、透光性アルミナ、水晶、サファイア、YAG ( $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ )、蛍石等が挙げられ、それらのいずれかから第二反射鏡 30 を製作するのが好ましい。

#### 【0024】

一方、発光部 11 の外周面には、タンタル酸化膜、ハフニウム酸化膜、チタン酸化膜等を含む多層膜の反射防止コートを実施しておく、そこを通過する光の反射による光損出を低減することができる。

#### 【0025】

以上の構成による照明装置 100 は次のように作用する。すなわち、図 2 に示すように、発光管 10 の発光部 11 の中心より後側からの出射光  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_5$ 、 $L_6$  は、第一反射鏡 20 により反射されて照明装置 100 の前方に向かう。また、発光部 11 の中心より前側から出射した光  $L_3$ 、 $L_4$  は、第二反射鏡 30 により反射されて第一反射鏡 20 に戻った後、第一反射鏡 20 により反射されて照明装置 100 の前方に向かう。これにより、発光部 11 からの出射光のほとんどが利用可能となっている。

#### 【0026】

##### 実施形態 2

図 4 は、本発明の実施形態 2 に係る照明装置 100A の構成図及び作用図である。この照明装置 100A の構成は基本的に図 1 と同じであり、図 1 の装置との相違点は、 $f_1 < f_1'$ 、 $f_2 > f_2'$  としている点である。なお、図中、 $f_1'$ 、 $f_2'$  は、第一反射鏡 20 の端部から第 1 焦点  $F_1'$  と第 2 焦点  $F_2'$  までの距離を表している。これにより、第一反射鏡 20 の外径は図 1 のそれより大き

くなるが、第2焦点 $F2'$ における集光スポット径は、照明装置100の第2焦点 $F2$ における集光スポット径より小さくなる。従って、照明装置100Aからの出射光が引き続く光学系に入射し易くなり、光利用率の向上により貢献できる。図5はこのことを比較して示した図である。図5(a)と図5(b)における第一反射鏡20の反射面外径 $D5$ は同一であるが、それぞれの場合の倍率関係は、 $(f2'/f1') < (f2/f1)$ となるので、実施形態2の場合の集光スポット径の方が実施形態1の場合のそれより小さくなって、光学系の効率が良くなる。

### 【0027】

#### 実施形態3

図6は、本発明の実施形態3に係る照明装置100Dの構成図である。ここでは、上記実施形態1又は実施形態2において、第二反射鏡30の反射面先端が電極12, 12の間の中心位置まで届いていない状態の場合に、第一反射鏡20が担うべき光の反射領域の範囲を定めたものである。図6において、電極12, 12の先端間距離を $L_e$ 、電極12, 12の先端間の中心 $F1$ （第一反射鏡20の第一焦点）から第二反射鏡30の端面までの光軸上の距離を $L_r$ 、第二反射鏡30の外径を $d1$ 、第一反射鏡の反射面外径を $D2$ 、一对の電極12, 12のうち第一反射鏡20側の電極12先端から第二反射鏡30で遮られずに射出される光の光軸から右回りの角度を $\theta d$ とする。これによれば、角度 $\theta d$ を下記式1で近似するとき、

$$\theta d = 90^\circ + \tan^{-1} \{ (L_e/2 + L_r) / (d1/2) \} \cdots \text{式1}$$

第一反射鏡20の反射面外径 $D2$ を、 $\theta d$ から $\theta d + 10^\circ$ までの光線を反射する範囲にすると、発光部11から射出される光のほぼ全てが利用可能となる。

### 【0028】

(照明装置の製造について)

次に、照明装置100, 100A, 100Dの製造手順について説明する。まず始めに、各発光管10毎に、発光管10及び第一反射鏡20の構造に関するデータを収集する。このデータには、発光部11内の電極間距離、発光管10の各部形状及び寸法、第一反射鏡20の形状及び寸法、第一反射鏡20の焦点（第一反射鏡が楕円形状の場合には、第1焦点及び第2焦点）を含める。続いて、これ



らのデータを基に、各発光管10の発光部11からの光の出射状態を、コンピュータなどを利用してシュミレーションする。次に、発光部11からの光の出射状態シュミレーションを基に、各発光管10に対応した第二反射鏡30の設計を行う。この設計もまた、コンピュータシュミレーションなどを利用して行うことができ、そのようなシュミレーションを通して、既に説明した第二反射鏡30としての作用を果たすことが可能な形状（外径、内径、及び反射面形状など）が決定される。そして、その設計に基づいて、各発光管10に対応した第二反射鏡30を製作する。このようにして製作された第二反射鏡30を、その反射面が発光部11の前側ほぼ半分を包囲し、かつ、発光部11の中心から出射されて第二反射鏡30に入る入射光と第二反射鏡30の反射面法線とが一致するように調整しながら、発光管10の封止部13の一方に取り付ける。

#### 【0029】

なお、第二反射鏡30は、その構造上、発光管10の封止部13外径より大きな内径を有する中空の管材から製作することができる。この場合において、誘電体多層膜が成膜される反射面は、肉厚部の研磨により形成することができる。第二反射鏡30を製作する際の研磨は、その反射面が中空となっているので、通常の球面研磨のような複雑な研磨制御が不要となるという利点を有している。また、第二反射鏡30は、上記管材のプレス成形によっても製作可能である。プレス成形は極めて単純であり、製造コストを大きく低減できる。

#### 【0030】

また、第二反射鏡30の発光管10への取り付けは、以下のような方法で実行できる。(1) CCDカメラ等で電極12, 12間を観察しつつ、発光部11の前側半分と第二反射鏡30の反射面が対向するようにして、第二反射鏡30を発光管10の封止部13に仮固定する。次に、(2) 複数の異なる方向からCCDカメラ等で第二反射鏡30の反射面を観察しながら、その反射面に写る電極12, 12間の像が、本来の電極間（物点）に入り込むように、第二反射鏡30の位置を調整する。(3) 調整終了後、第二反射鏡30を発光管10の封止部13に固定する。なお、上記(2)に対応する第二反射鏡30の仮固定後の調整は、次のようにしても可能である。すなわち、極細のレーザービームを複数の異なる方

向から電極 12, 12 間を通して第二反射鏡 30 の反射面に照射し、第二反射鏡 30 からの反射ビーム光の位置とその広がり具合が一致するように、第二反射鏡 30 の位置を調整しても、CCD カメラを用いたのと同じ結果が得られる。これらにより、第二反射鏡 30 による反射光を正確に電極 12, 12 間に戻し、さらに第一反射鏡 20 に戻すことが可能となる。

### 【0031】

ここでは、発光管 10、第一反射鏡 20、及び第二反射鏡 30 のアライメント方法を更に詳細に説明する。

まず、発光管 10 の電極 12, 12 又は電極間アーク（点灯時のアーク）の実像と第二反射鏡面 30 によるそれらの反射像とを重ねるように第二反射鏡 30 の位置を調整して、発光管 10 と第二反射鏡 30 とを固定する。この場合、図 7 に示すように、上記実像と上記反射像とを、少なくとも 2 方向からカメラ（CCD カメラ等）による撮像画像を利用して検出し、それぞれの方向でそれらの実像と反射像とを重ねるように第二反射鏡 30 の位置を調整して、発光管 10 と第二反射鏡 30 とを固定することができる。図 7 では、(a) が CCD カメラを使って 2 方向から撮影するイメージ図、(b) が電極の実像と反射像とを重ねる概念図、(c) が点灯時の電極間アークの実像と反射増とを重ねる概念図を示している。なお、調整方向を多くすれば、それだけ精度よく位置決めできる。

次に、上記のようにして第二反射鏡 30 が固定された発光管 10 の電極間中心に第一反射鏡 20 の第一焦点をほぼ一致させて第一反射鏡 20 と発光管 10 とを配置し、第一反射鏡 20 の所定位置における明るさが最大となるように発光管 10 の位置を調整して、発光管 10 と第一反射鏡 20 とを固定する。この場合、図 8 に示すように、第一反射鏡 20 の第 2 焦点付近における明るさが最大となるように、x、y、z の 3 軸方向にそれぞれ発光管 10 の位置を調整して、発光管 10 と第一反射鏡 20 とを固定することができる。なお、図 8 では受光器を用いて明るさを測定している。この他、照明装置をそれが使用される光学系と同じ構成の光学系に組み込み、照明対象物が来る位置における明るさが最大となるように、x、y、z の 3 軸方向にそれぞれ発光管 10 の位置を調整して、発光管 10 と第一反射鏡 20 とを固定してもよい。

以上の2つのステップによって、発光管10、第一反射鏡20、及び第二反射鏡30のアライメントを行うことで、第二反射鏡30を配した照明装置の光利用率をより向上させることができる。

#### 【0032】

なお、第二反射鏡30の発光管10への固定は、第二反射鏡30を発光管10の封止部13へ固着することで行う。その固着は、例えば、従来から知られているセメントを用いた接着に加え、前述したような高温に耐えうるシリカ・アルミナ混合物又は窒化アルミを含む無機系接着剤とすると、熱伝導率の良好さゆえ、第二反射鏡30や発光管10の温度の不均一分布を抑制することができる。なお、接着剤の具体的な例としては、商品「スミセラム」（朝日化学工業（株）製造、スミセラムは住友化学工業の登録商標）が挙げられる。また、発光管10と第二反射鏡30の固定のための接着剤の塗布は、滴接着（点塗布）により行う。塗布量を多くする場合には、滴接着ポイント数を増やす。こうすることで、接着剤の量を管理しやすくなるからである。

#### 【0033】

また、第二反射鏡30は、発光部11になるべく近い場所の封止部13表面に配置すると、発光部11からの射出された後第一反射鏡20により反射されて来る光や、発光部11から射出された後第二反射鏡30を透過して来る光などの遮断をできるだけ少なくできる。また、接着剤の塗布領域も、発光部11からの射出された後第一反射鏡20により反射されて来る光や、発光部11から射出された後第二反射鏡30を透過して来る光などの遮断をできるだけ少なくできる範囲内に留めるものとする。

#### 【0034】

#### 実施形態4

図9は本発明の実施形態4に係る照明装置100Bの構成図である。これは、封止部13の外周に該外周面に対して隙間を有して巻線されたバネ40を利用して、第二反射鏡30を封止部13に設けた突出部16に押圧固定したものである。突出部16は発光管10とは別に形成されたもので、発光部11の外周と第二反射鏡30の反射面との間に0.2mm以上の隙間Aを確保できる位置に設けら

れている。そしてバネ 40 は、第一反射鏡 20 の周囲に渡された 2 本またはそれ以上の引張線 41 により第二反射鏡 30 及び突出部 16 側に押圧されている。このようにしても、発光管 10 に第二反射鏡 30 を固定することができる。なお、バネ 40 が封止部 13 の外周に対して隙間を有して巻線されているため、封止部 13 が熱により膨張してもクリアランスがあるため問題にはならない。また、必要に応じて、第二反射鏡 30 の固定に接着剤を併用してもよい。

#### 【0035】

##### 実施形態 5

図 10 は図 9 の構成を一部変更した本発明の実施形態 5 に係る照明装置 100 C である。ここでは、バネ 40 を導電性巻線により構成し、該導電性巻線の一端をバネ 40 が配置されている側と反対側の封止部 13 から出るリード線 15 に配線 42 を介して電氣的に接続し、バネ 40 を発光管 10 の始動時の絶縁破壊のトリガ線として作用させるようにしたものである。こうすることで、配線 42 を利用して第二反射鏡 30 を発光管 10 に固定できると共に、発光管 10 の点灯性を向上させることができる。

#### 【0036】

以上説明した接着剤やバネに加えて、封止部 13、第二反射鏡 30 のいずれか又は両方に融着部を設けておき、それらをレーザーあるいはガスバーナーを用いて融着させることにより、封止部 13 に第二反射鏡 30 を固着することもできる。レーザー使用の場合にはレーザー照射部分が黒化する場合もあるが、固着場所が封止部 13 なのでそれはここでは問題とならない。なお、先述した、発光管 10、第一反射鏡 20、第二反射鏡 30 のアライメント方法は、第二反射鏡 30 の固定手段の相違にかかわらず適用できる。

#### 【0037】

上記照明装置 100、100A、100B、100C、100D によれば、発光管 10 から出射された光の大部分を無駄にすることなく利用に供させることが可能となる。また、これらの照明装置は、装置の小型化、冷却性能の向上にも貢献する。

#### 【0038】

図 11 は上記いずれかの照明装置を備えたプロジェクタの構成図である。この光学系は、発光管 10、第一反射鏡 20 及び第二反射鏡 30 からなる照明装置 100 と、照明装置 100 からの出射光を所定の光に調整する手段とを備えた照明光学系 300 と、ダイクロイックミラー 382, 386、反射ミラー 384 等を有する色光分離光学系 380 と、入射側レンズ 392、リレーレンズ 396、反射ミラー 394, 398 を有するリレー光学系 390 と、各色光に対応するフィールドレンズ 400, 402, 404 及び光変調装置としての液晶パネル 410 R, 410 G, 410 B と、色光合成光学系であるクロスダイクロイックプリズム 420 と、投写レンズ 600 とを備えている。

#### 【0039】

次に、上記構成のプロジェクタの作用を説明する。まず、発光管 10 の発光部 11 の中心より後側からの出射光は、第一反射鏡 20 により反射されて照明装置 100 の前方に向かう。また、発光部 11 の中心より前側からの出射光は、第二反射鏡 30 により反射されて第一反射鏡 20 に戻った後、第一反射鏡 20 により反射されて照明装置 100 の前方に向かう。

#### 【0040】

照明装置 100 を出た光は凹レンズ 200 に入り、そこで光の進行方向が照明光学系 300 の光軸 1 とほぼ平行に調整された後、インテグレートレンズを構成する第 1 レンズアレイ 320 の各小レンズ 321 に入射する。第 1 レンズアレイ 320 は、入射光を小レンズ 321 の数に応じた複数の部分光束に分割する。第 1 レンズアレイ 320 を出た各部分光束は、その各小レンズ 321 にそれぞれ対応した小レンズ 341 を有してなるインテグレートレンズを構成する第 2 レンズアレイ 340 に入射する。そして、第 2 レンズアレイ 340 からの出射光は、偏光変換素子アレイ 360 の対応する偏光分離膜（図示省略）の近傍に集光される。その際、遮光板（図示省略）により、偏光変換素子アレイ 360 への入射光のうち、偏光分離膜に対応する部分にのみ光が入射するように調整される。

#### 【0041】

偏光変換素子アレイ 360 では、そこに入射した光束が同じ種類の直線偏光に変換される。そして、偏光変換素子アレイ 360 で偏光方向が揃えられた複数の

部分光束は重畳レンズ370に入り、そこで液晶パネル410R、410G、410Bを照射する各部分光束が、対応するパネル面上で重なり合うように調整される。

#### 【0042】

色光分離光学系380は、第1及び第2ダイクロイックミラー382、386を備え、照明光学系から射出される光を、赤、緑、青の3色の色光に分離する機能を有している。第1ダイクロイックミラー382は、重畳レンズ370から射出される光のうち赤色光成分を透過させるとともに、青色光成分と緑色光成分とを反射する。第1ダイクロイックミラー382を透過した赤色光は、反射ミラー384で反射され、フィールドレンズ400を通して赤色光用の液晶パネル410Rに達する。このフィールドレンズ400は、重畳レンズ370から射出された各部分光束をその中心軸（主光線）に対して平行な光束に変換する。他の液晶パネル410G、410Bの前に設けられたフィールドレンズ402、404も同様に作用する。

#### 【0043】

さらに、第1ダイクロイックミラー382で反射された青色光と緑色光のうち、緑色光は第2ダイクロイックミラー386によって反射され、フィールドレンズ402を通して緑色光用の液晶パネル410Gに達する。一方、青色光は、第2ダイクロイックミラー386を透過し、リレー光学系390、すなわち、入射側レンズ392、反射ミラー394、リレーレンズ396、及び反射ミラー398を通り、さらにフィールドレンズ404を通して青色光用の液晶パネル410Bに達する。なお、青色光にリレー光学系390が用いられているのは、青色光の光路長が他の色光の光路長よりも長いため、光の発散等による光の利用効率の低下を防止するためである。すなわち、入射側レンズ392に入射した部分光束をそのまま、フィールドレンズ404に伝えるためである。なお、リレー光学系390は、3つの色光のうちの青色光を通す構成としたが、赤色光等の他の色光を通す構成としてもよい。

#### 【0044】

3つの液晶パネル410R、410G、410Bは、入射した各色光を、与え

られた映像情報に従って変調し、各色光の画像を形成する。なお、3つの液晶パネル410R、410G、410Bの光入射面側、光出射面側には、通常、偏光板が設けられている。

#### 【0045】

上記の各液晶パネル410R、410G、410Bから射出された3色の変調光は、これらの変調光を合成してカラー画像を形成する色光合成光学系としての機能を有するクロスダイクロイックプリズム420に入る。クロスダイクロイックプリズム420には、赤色光を反射する誘電体多層膜と、青色光を反射する誘電体多層膜とが、4つの直角プリズムの界面に略X字状に形成されている。これらの誘電体多層膜によって赤、緑、青の3色の変調光が合成されて、カラー画像を投写するための合成光が形成される。そして、クロスダイクロイックプリズム420で合成された合成光は、最後に投写レンズ600に入り、そこからスクリーン上にカラー画像として投写表示される。

#### 【0046】

上記プロジェクタによれば、そこに用いられている発光管10、第一反射鏡20及び第二反射鏡30からなる照明装置100（又は100A、100B、100C、100D）のすでに説明した作用により、プロジェクタの小型化と高輝度化を共に達成することができる。

#### 【0047】

なお、上記実施形態では、透過型の液晶パネルを用いたプロジェクタを例に説明したが、本発明は、反射型の液晶パネルを用いたプロジェクタにも適用することが可能である。ここで、「透過型」とは、液晶パネル等の光変調装置が光を透過するタイプであることを意味しており、「反射型」とは、それが光を反射するタイプであることを意味している。また、光変調装置は液晶パネルに限られるものではなく、例えば、マイクロミラーを用いた装置であってもよい。さらに、本発明の照明光学系は、観察する方向から投写を行う前面投写型プロジェクタにも、また、観察する方向とは反対側から投写を行う背面投写型プロジェクタにも適用可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の実施形態 1 に係る照明装置の構成図。
- 【図 2】 図 1 の照明装置の作用説明図。
- 【図 3】 第二反射鏡の有無による第一反射鏡の反射面外径の比較説明図。
- 【図 4】 本発明の実施形態 2 に係る照明装置の構成図及び作用図。
- 【図 5】 焦点が異なる第一反射鏡の集光スポット径の比較説明図。
- 【図 6】 本発明の実施形態 3 に係る照明装置の構成図。
- 【図 7】 発光管と第二反射鏡との位置決め方法説明図。
- 【図 8】 発光管と第一反射鏡との位置決め方法説明図。
- 【図 9】 本発明の実施形態 4 に係る照明装置の構成図。
- 【図 10】 本発明の実施形態 5 に係る照明装置の構成図。
- 【図 11】 上記実施形態に係る照明装置を備えたプロジェクタの構成図。

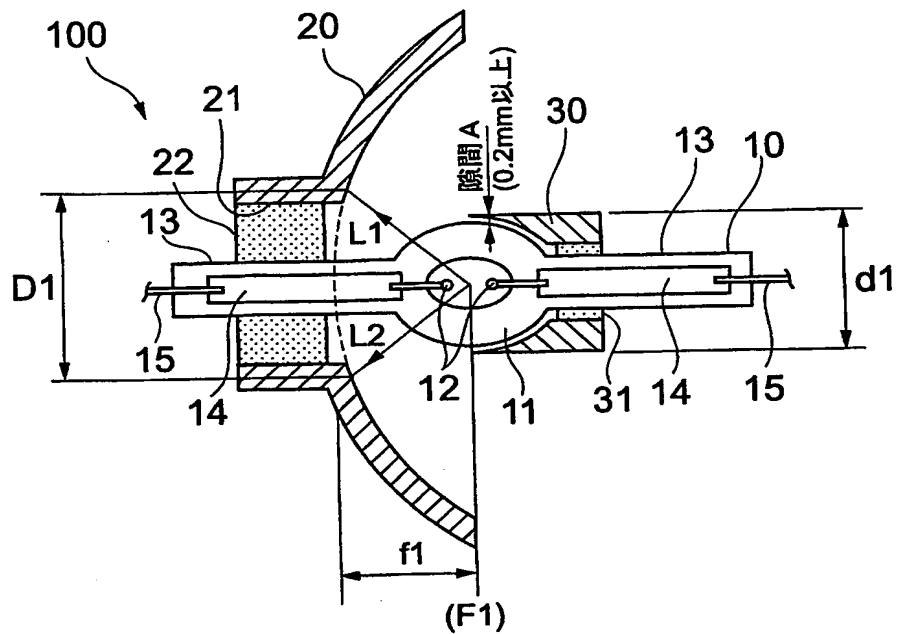
【符号の説明】

10…発光管、11…発光部、12…電極、13…封止部、14…金属箔、15…リード線、16…突出部、20…第一反射鏡、21…第一反射鏡の貫通穴、22…接着剤、30…第二反射鏡、31…接着剤、D1…発光部から光学系の後側に出射された利用可能限界光の第一反射鏡反射面における直径、D2，D3，D4，D5…第一反射鏡の反射面外径、d1…第二反射鏡の外径、F1，F1'…第1焦点、F2，F2'…第2焦点、L1，L2…利用可能限界光、40…バネ、41…バネ固定用引張線、42…配線、100，100A，100B，100C，100D…照明装置。

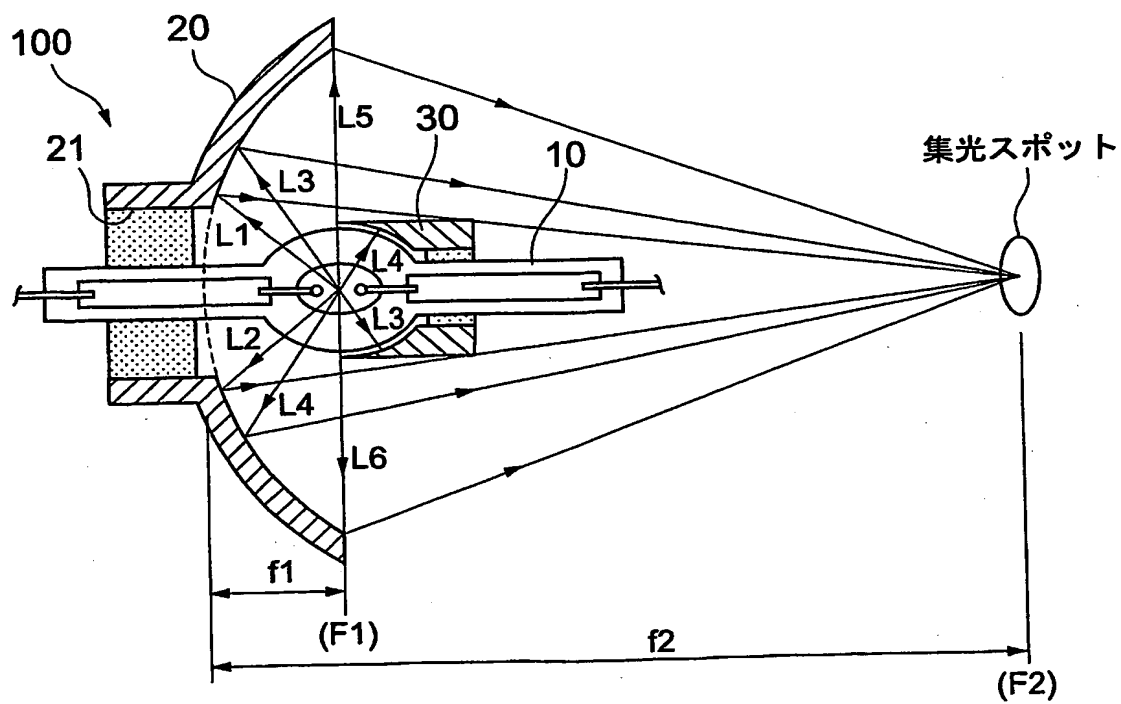


【書類名】 図面

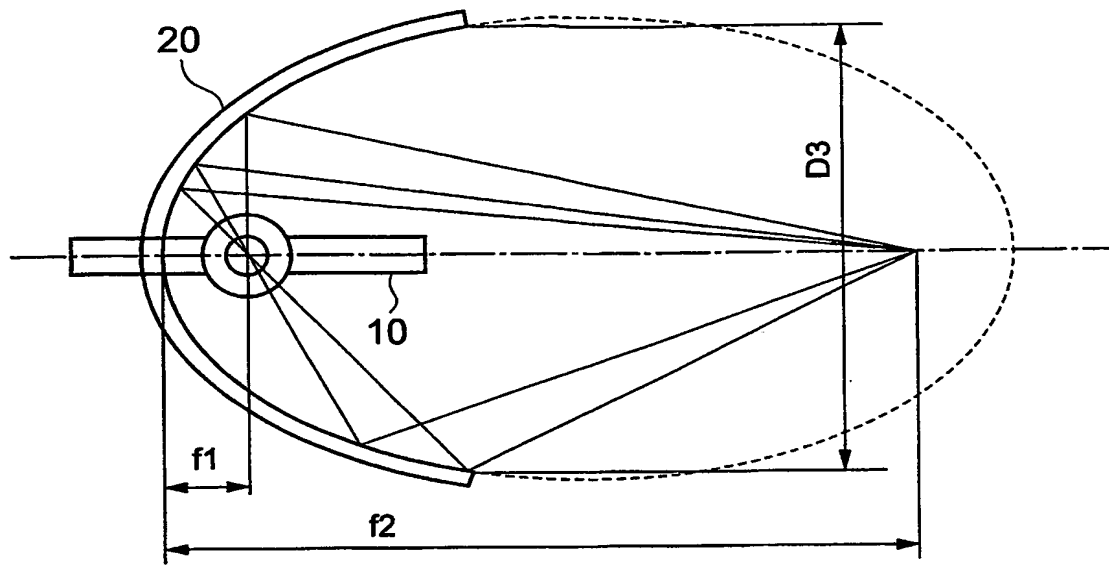
【図1】



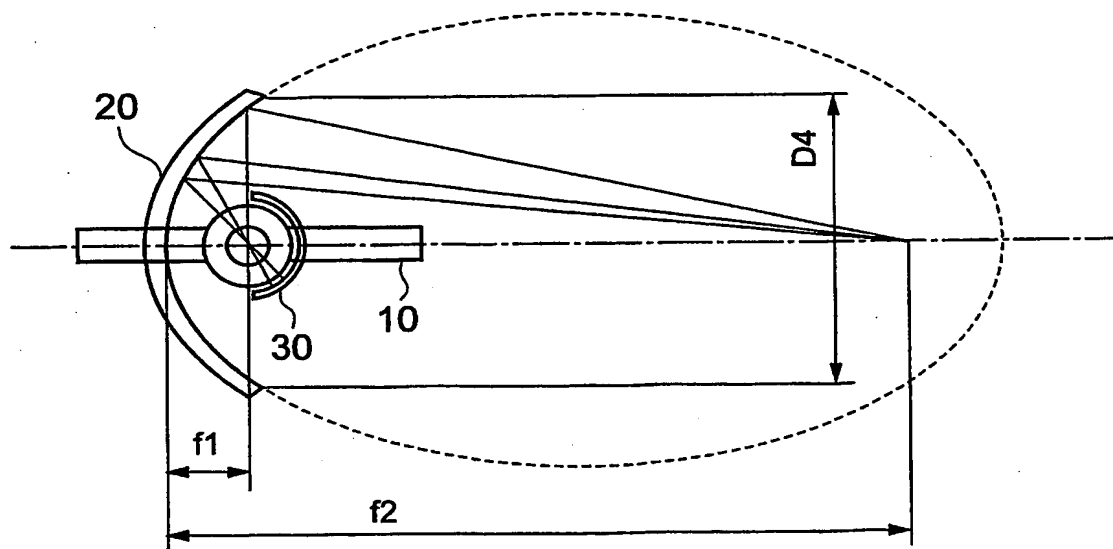
【図2】



【図 3】

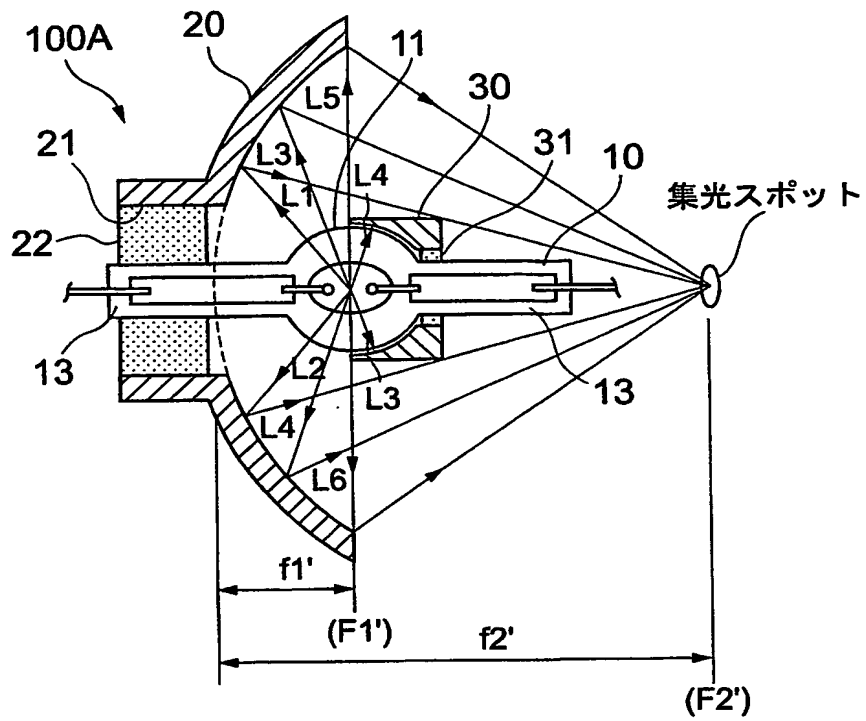


(a)

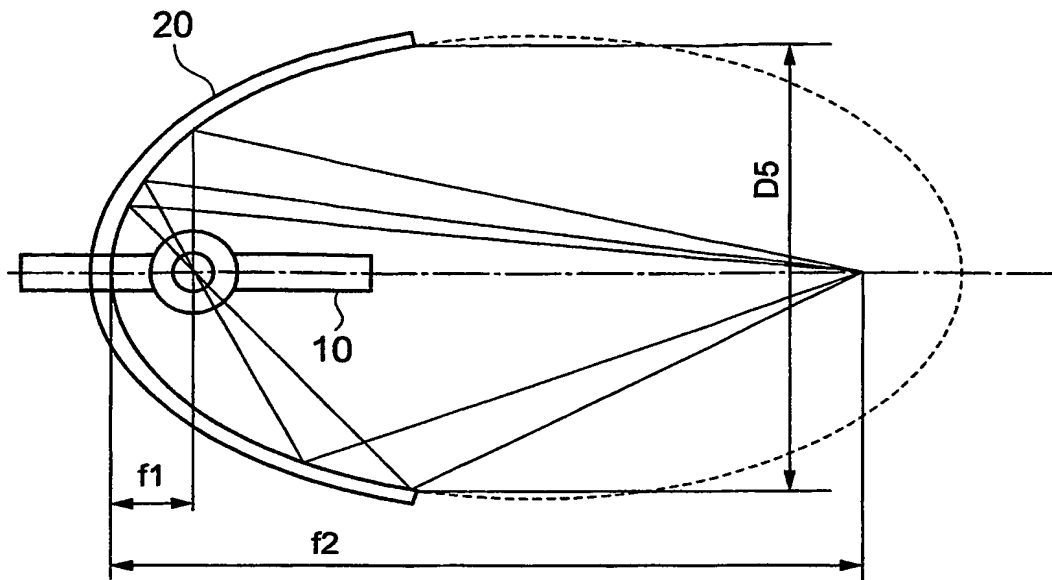


(b)

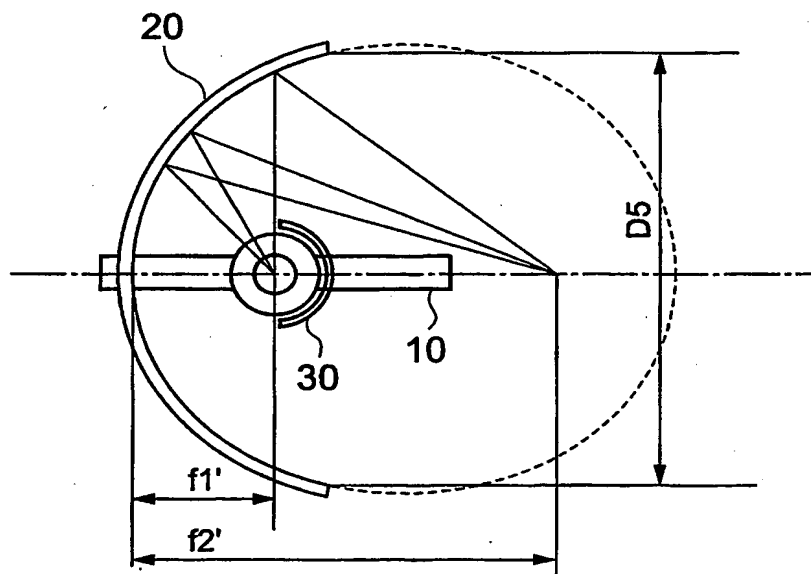
【図 4】



【図 5】

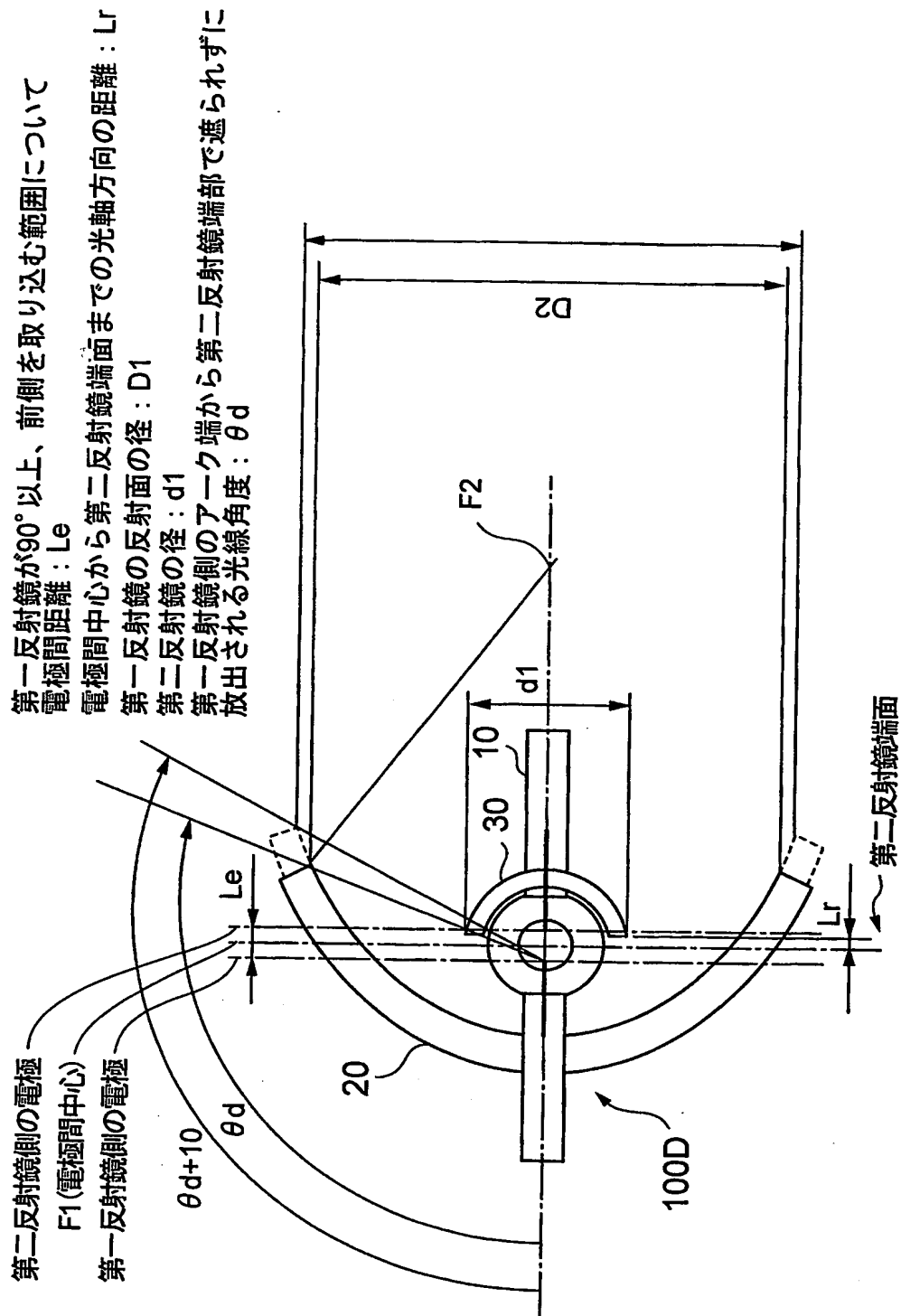


(a)

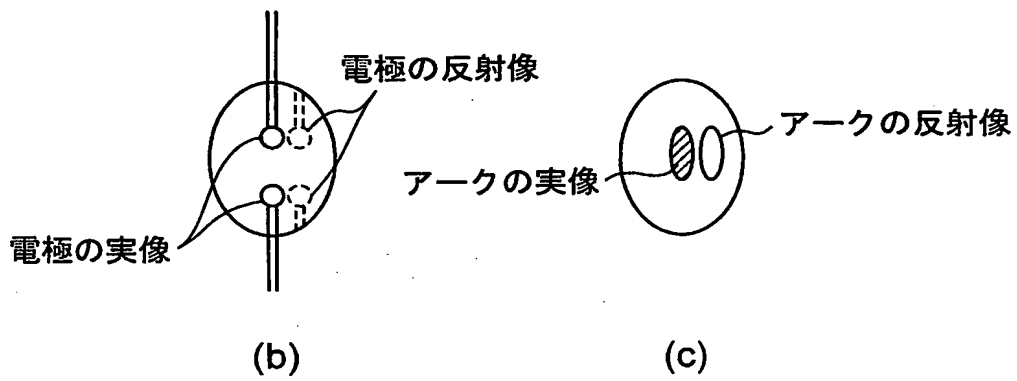
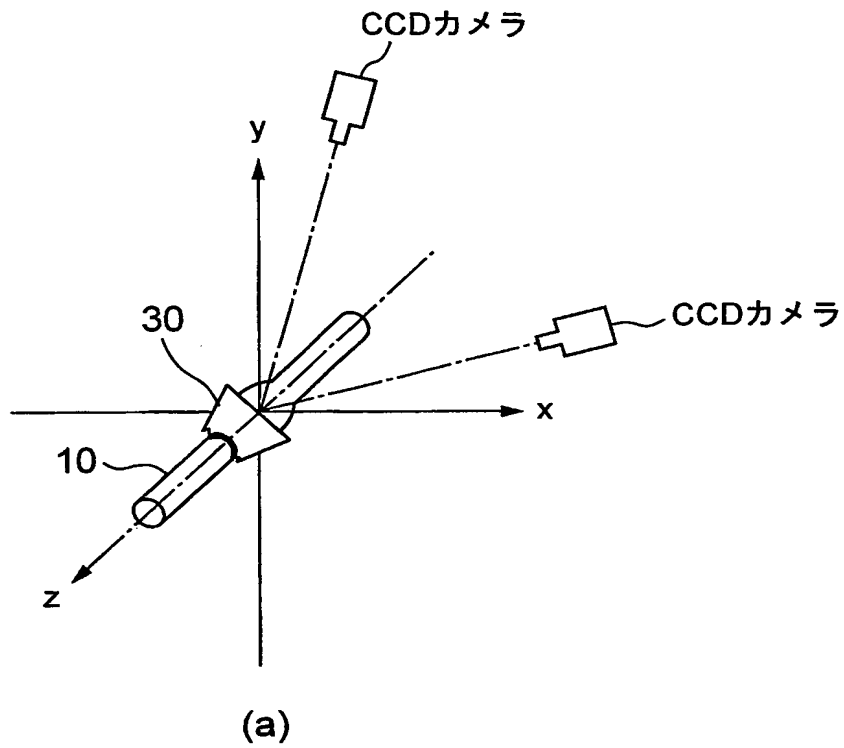


(b)

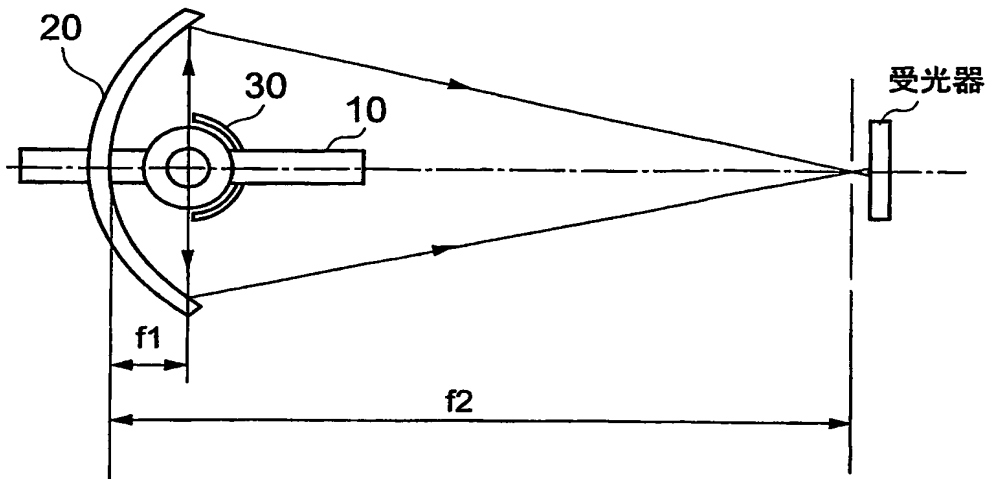
【図 6】



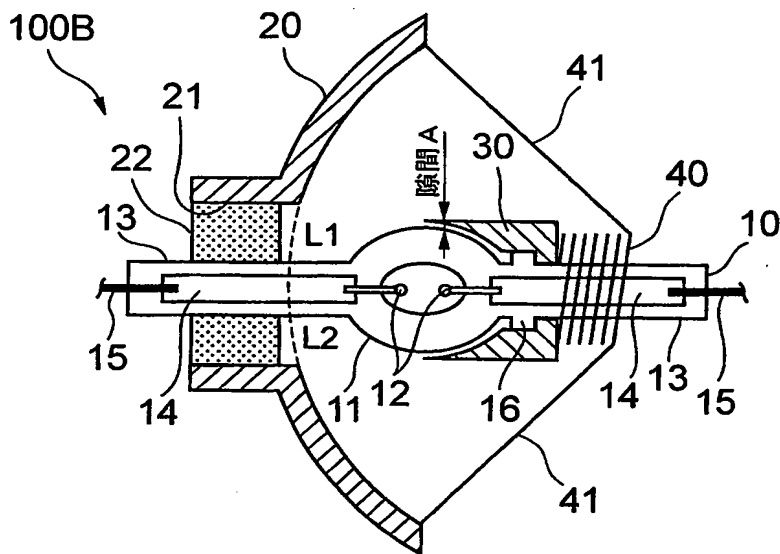
【図 7】



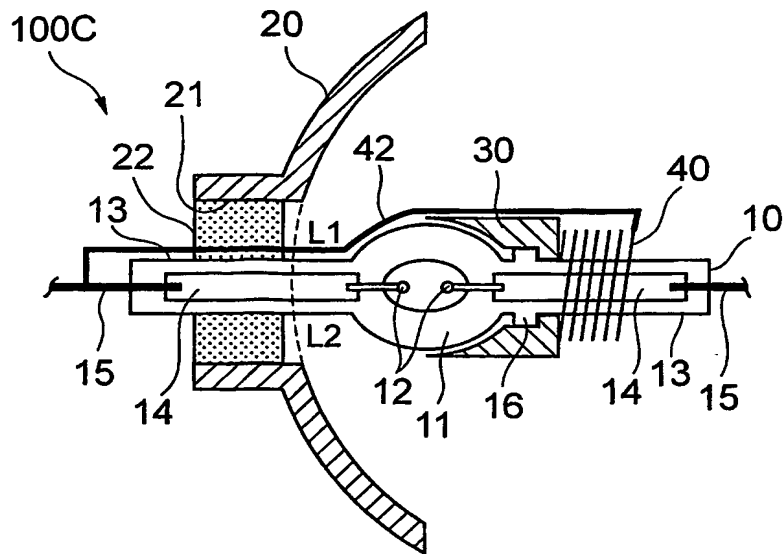
【図 8】



【図 9】

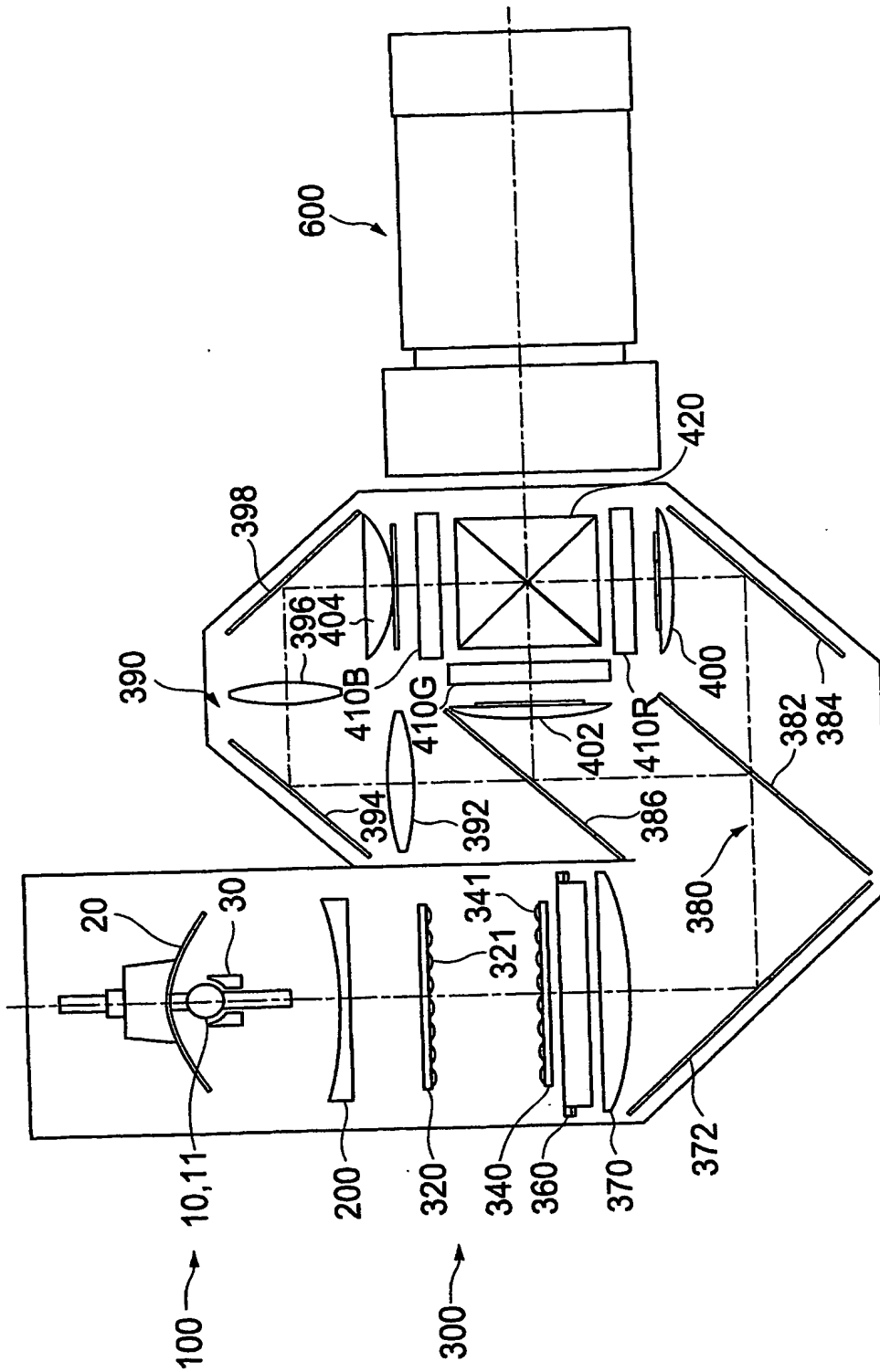


【図 10】





【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 第二反射鏡を備えた高い光利用率の照明装置を提供する。

【解決手段】 発光部 11 を含む照明光学系の発光部 11 より後側に配置された第一反射鏡 20 と、光学系の発光部 11 より前側に配置された第二反射鏡 30 とを備えた照明装置であって、発光部 11 から光学系の後側に出射される利用可能限界光に対応する第一反射鏡 20 反射面での直径  $D_1$  が、第二反射鏡 30 の外径  $d_1$  よりも大きく、かつ、第二反射鏡 30 の外径  $d_1$  は、利用可能限界光の第一反射鏡 20 により反射された光の内側に入る大きさに設定され、第二反射鏡 30 は、その反射面が発光部 11 の前側ほぼ半分を包囲し、かつ、発光部 11 中心から出射されて第二反射鏡 30 に入る入射光と第二反射鏡 30 の法線とが一致するように配置されている。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-084663
受付番号	50300490607
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 3月31日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

## 【識別番号】

000002369

## 【住所又は居所】

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

## 【氏名又は名称】

セイコーエプソン株式会社

## 【代理人】

申請人

## 【識別番号】

100085198

## 【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門1丁目19番10号 第6セントラルビル 木村・佐々木国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

小林 久夫

## 【選任した代理人】

## 【識別番号】

100061273

## 【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門一丁目19番10号 第6セントラルビル 木村・佐々木国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

佐々木 宗治

## 【選任した代理人】

## 【識別番号】

100060737

## 【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門1丁目19番10号 第6セントラルビル 木村・佐々木国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

木村 三朗

## 【選任した代理人】

## 【識別番号】

100070563

## 【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門1丁目19番10号 第6セントラルビル 木村・佐々木国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

大村 昇

次頁無

特願 2003-084663

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社